

**(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)**

**(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle**  
Bureau international



**(43) Date de la publication internationale**  
**6 octobre 2005 (06.10.2005)**

**PCT**

**(10) Numéro de publication internationale**  
**WO 2005/093610 A3**

**(51) Classification internationale des brevets :**  
**G06F 17/50** (2006.01)      **G06T 17/20** (2006.01)  
**G06K 11/00** (2006.01)      **A61B 19/00** (2006.01)

Christian [FR/FR]; 129 Route de Don, F-59112 ANNOEULLIN (FR). ANDRIOT, Claude [FR/FR]; Résidence Bretagne, 91 rue Boucicaut, F-92260 FONTENAY-AUX-ROSES (FR).

**(21) Numéro de la demande internationale :**  
**PCT/FR2005/000699**

**(74) Mandataires :** THEVENET, Jean-Bruno etc.; c/o Cabinet BEAU DE LOMENIE, 158 Rue de L'Université, F-75340 Paris Cedex 07 (FR).

**(22) Date de dépôt international :** 23 mars 2005 (23.03.2005)

**(81) États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

**(25) Langue de dépôt :** français

**(26) Langue de publication :** français

**(30) Données relatives à la priorité :**  
0403037      24 mars 2004 (24.03.2004) FR

**(71) Déposant** (*pour tous les États désignés sauf US*) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR]; 25, rue Leblanc, Immeuble "Le Ponant D", F-75015 Paris (FR).

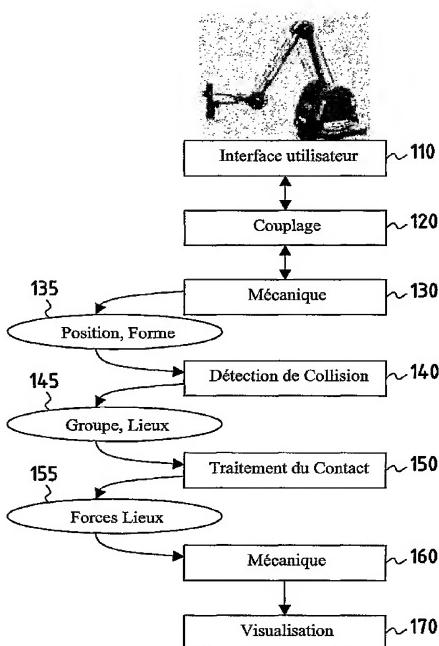
**(72) Inventeurs; et**

**(75) Inventeurs/Déposants** (*pour US seulement*) : DURIEZ,

*[Suite sur la page suivante]*

**(54) Title:** METHOD AND DEVICE FOR THE INTERACTIVE SIMULATION OF CONTACT BETWEEN OBJECTS

**(54) Titre :** PROCEDE ET DISPOSITIF DE SIMULATION INTERACTIVE DU CONTACT ENTRE OBJETS



110 USER INTERFACE  
120 COUPLING  
130 MECHANICAL  
135 POSITION, SHAPE  
140 COLLISION DETECTION  
145 GROUP, LOCATIONS  
150 CONTACT PROCESSING  
155 FORCES, LOCATIONS  
160 MECHANICAL  
170 DISPLAY

**(57) Abstract:** The invention relates to a method for the interactive simulation of contact between objects. The inventive method comprises the following steps, namely: the parameters describing the physical characteristics of each of the objects are calculated; at the beginning of each simulated model sampling time period, each object is subjected to a real-time analysis of the specific behaviour thereof according to a free movement that does not take account of possible subsequent contacts, and, subsequently, at a global scene level, pairs of detected intersecting objects are subjected to a real-time analysis; a list of collision groups is established; for each collision group, parameters representing the physical characteristics of the objects and the description of the collisions are returned in real time, such as to characterise the contact between two objects in the case of a pure relative sliding movement; and, for each object, the specific behaviour of the object following the collision is displayed in real time and the set of real-time processes is performed with a shorter calculation time than the sampling time.

**(57) Abrégé :** Selon le procédé de simulation interactive du contact entre objets on calcule les paramètres décrivant les caractéristiques physiques de chacun des objets ; au début de chaque pas de temps d'échantillonnage d'un modèle simulé, on procède au niveau de chaque objet à une analyse en temps réel du comportement propre de l'objet selon un mouvement libre qui ne tient pas compte d'éventuels contacts ultérieurs, puis on analyse en temps réel, au niveau d'une scène globale, des paires d'objets qui sont détectés en intersection ; on établit une liste de groupes de collisions ; on rapatrie en temps réel, pour chaque groupe de collisions, des paramètres représentant les caractéristiques physiques des objets et la description des collisions, de manière à caractériser le contact entre deux objets dans le cas d'un glissement relatif pur ; on procède au niveau de chaque objet à une visualisation en temps réel du comportement propre de l'objet suite à la collision, et l'ensemble des traitements en temps réel s'effectue avec un pas de temps de calcul plus court que le pas de temps d'échantillonnage.

**WO 2005/093610 A3**



(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

(88) Date de publication du rapport de recherche internationale:

21 septembre 2006

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2005/000699

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. G06F17/50

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>DEBUNNE G ET AL: "DYNAMIC REAL-TIME DEFORMATIONS USING SPACE &amp; TIME ADAPTIVE SAMPLING"            COMPUTER GRAPHICS. SIGGRAPH 2001.            CONFERENCE PROCEEDINGS. LOS ANGELES, CA,            AUG. 12 - 17, 2001, COMPUTER GRAPHICS            PROCEEDINGS. SIGGRAPH, NEW YORK, NY : ACM,            US, 12 August 2001 (2001-08-12), pages            31-36, XP001049871            ISBN: 1-58113-374-X            the whole document</p> <p style="text-align: center;">-----</p> <p style="text-align: center;">-/--</p>	1-23

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 July 2006

Date of mailing of the international search report

03/08/2006

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lerbinger, K

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2005/000699

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>RUSPINI D C ET AL: "Haptic interaction in virtual environments"          INTELLIGENT ROBOTS AND SYSTEMS, 1997. IROS '97., PROCEEDINGS OF THE 1997 IEEE/RSJ INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRENOBLE, FRANCE 7-11 SEPT. 1997, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, vol. 1, 7 September 1997 (1997-09-07), pages 128-133, XP010264639 ISBN: 0-7803-4119-8 the whole document</p> <p>-----</p> <p>KUHNAPFEL U ET AL: "Endoscopic surgery training using virtual reality and deformable tissue simulation"          COMPUTERS AND GRAPHICS, PERGAMON PRESS LTD. OXFORD, GB, vol. 24, no. 5, October 2000 (2000-10), pages 671-682, XP004236340 ISSN: 0097-8493 the whole document</p> <p>-----</p> <p>BERGEN VAN DEN G: "Efficient Collision Detection of Complex Deformable Models using AABB Trees"          JOURNAL OF GRAPHICS TOOLS, ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY, NEW YORK, US, vol. 2, no. 4, 6 November 1998 (1998-11-06), pages 1-14, XP002241613 ISSN: 1086-7651 the whole document</p> <p>-----</p> <p>BARAFF D: "FAST CONTACT FORCE COMPUTATION FOR NONPENETRATING RIGID BODIES"          COMPUTER GRAPHICS PROCEEDINGS. ANNUAL CONFERENCE SERIES. SIGGRAPH, XX, XX, July 1994 (1994-07), pages 23-34, XP008012153 the whole document</p> <p>-----</p> <p>PICINBONO G ET AL: "Anisotropic elasticity and force extrapolation to improve realism of surgery simulation"          PROCEEDINGS OF THE 2000 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROBOTICS AND AUTOMATION, vol. 1, 24 April 2000 (2000-04-24), pages 596-602, XP010500278 the whole document</p> <p>-----</p>	1-23
A		1-23

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No  
PCT/FR2005/000699

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
INV. G06F17/50

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

G06F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>DEBUNNE G ET AL: "DYNAMIC REAL-TIME DEFORMATIONS USING SPACE &amp; TIME ADAPTIVE SAMPLING"          COMPUTER GRAPHICS. SIGGRAPH 2001.          CONFERENCE PROCEEDINGS. LOS ANGELES, CA,          AUG. 12 - 17, 2001, COMPUTER GRAPHICS          PROCEEDINGS. SIGGRAPH, NEW YORK, NY : ACM,          US, 12 août 2001 (2001-08-12), pages          31-36, XP001049871          ISBN: 1-58113-374-X          1e document en entier</p> <p>-----</p> <p style="text-align: center;">-/--</p>	1-23

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- 'A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- 'E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- 'L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité où cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- 'O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- 'P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- 'T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- 'X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- 'Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

27 juillet 2006

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

03/08/2006

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
 Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Lerbinger, K

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No  
PCT/FR2005/000699

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	RUSPINI D C ET AL: "Haptic interaction in virtual environments" INTELLIGENT ROBOTS AND SYSTEMS, 1997. IROS '97., PROCEEDINGS OF THE 1997 IEEE/RSJ INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRENOBLE, FRANCE 7-11 SEPT. 1997, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, vol. 1, 7 septembre 1997 (1997-09-07), pages 128-133, XP010264639 ISBN: 0-7803-4119-8 le document en entier	1-23
A	KUHNAPFEL U ET AL: "Endoscopic surgery training using virtual reality and deformable tissue simulation" COMPUTERS AND GRAPHICS, PERGAMON PRESS LTD. OXFORD, GB, vol. 24, no. 5, octobre 2000 (2000-10), pages 671-682, XP004236340 ISSN: 0097-8493 le document en entier	1-23
A	BERGEN VAN DEN G: "Efficient Collision Detection of Complex Deformable Models using AABB Trees" JOURNAL OF GRAPHICS TOOLS, ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY, NEW YORK, US, vol. 2, no. 4, 6 novembre 1998 (1998-11-06), pages 1-14, XP002241613 ISSN: 1086-7651 le document en entier	1-23
A	BARAFF D: "FAST CONTACT FORCE COMPUTATION FOR NONPENETRATING RIGID BODIES" COMPUTER GRAPHICS PROCEEDINGS. ANNUAL CONFERENCE SERIES. SIGGRAPH, XX, XX, juillet 1994 (1994-07), pages 23-34, XP008012153 le document en entier	1-23
A	PICINBONO G ET AL: "Anisotropic elasticity and force extrapolation to improve realism of surgery simulation" PROCEEDINGS OF THE 2000 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROBOTICS AND AUTOMATION, vol. 1, 24 avril 2000 (2000-04-24), pages 596-602, XP010500278 le document en entier	1-23